

5/10/2016

الأربعاء

د. محمود شهي

محاضرة [2]

Definition :

An artificial neural network is an information - processing system that has certain performance characteristics in common with biological neural networks. Artificial neural networks have been developed as generalizations of mathematical models of human cognition, based on the assumption that:

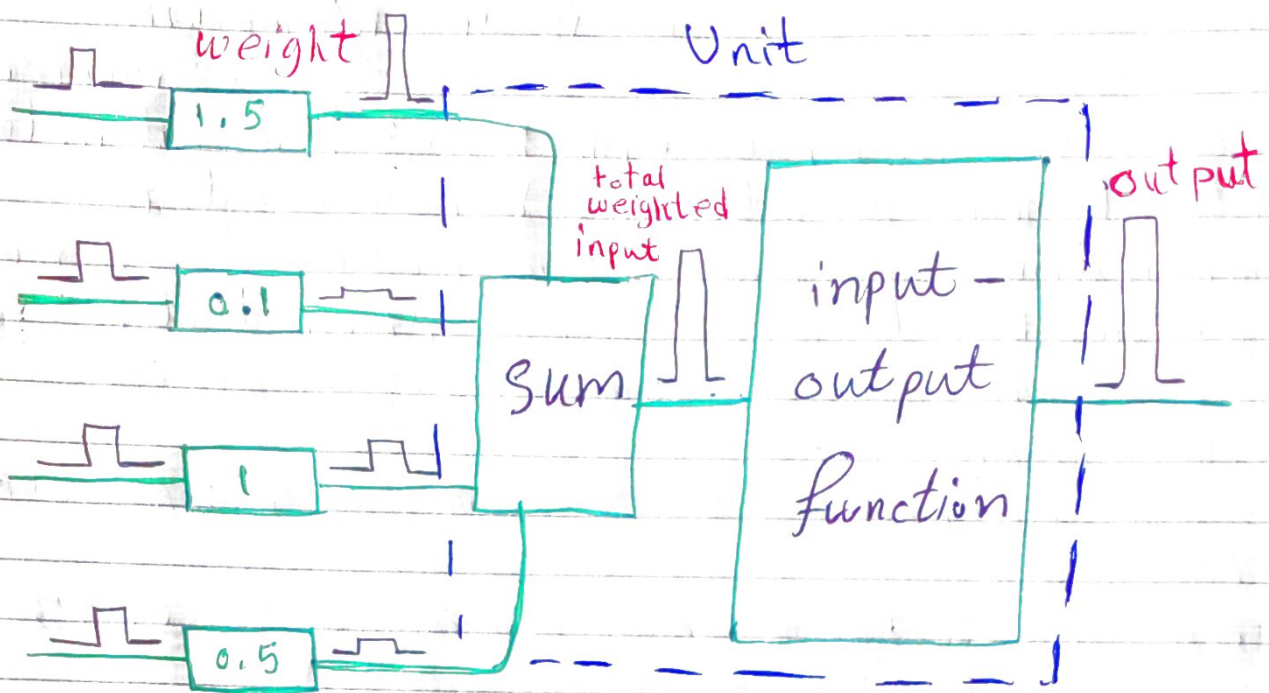
- ① information processing occurs at simple elements called neurons.
- ② Signals are passed between neurons over connection links
- ③ each connection link has an associated weight, which multiplies the signal transmitted
- ④ each neuron applies an activation function to its net input (sum of weighted input signals) to determine its output signal.

بالتالي يمكننا تلخيص السمات الأساسية لـ ANN كما يلي :-

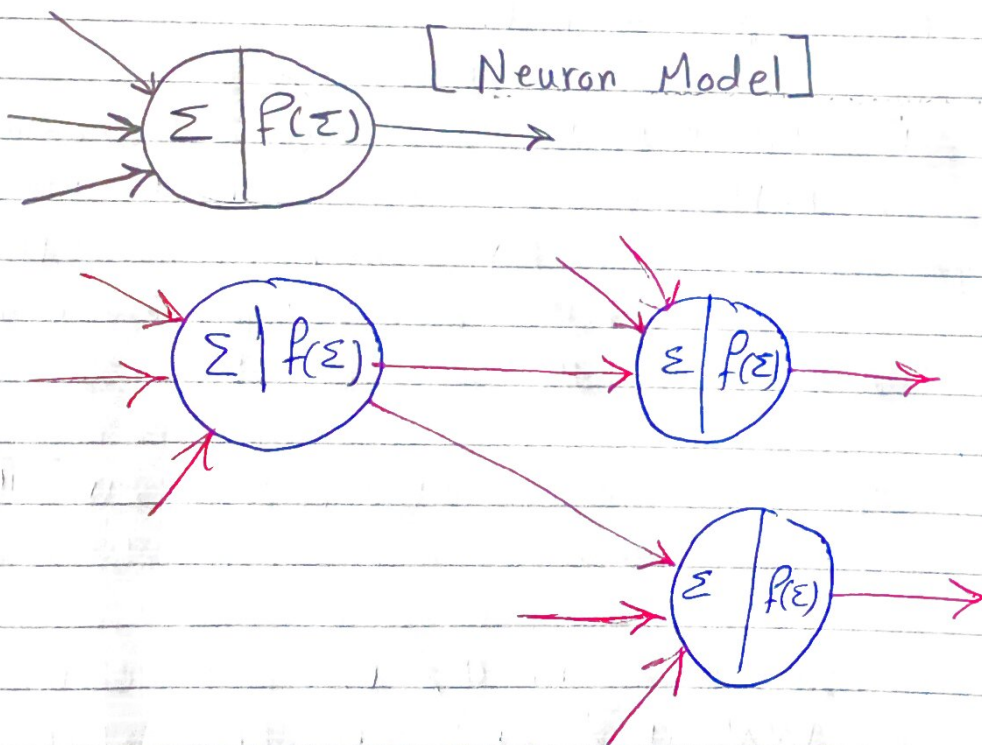
- ① عملية معالجة المعلومات تتم في neurons محليا (Locally)
- ② تعمل الـ neurons على التوازي (in parallel) وتكون موصلة ببعضها البعض فورا
- ③ الـ weights حيث تكسب الـ weights قوة التوصيل
- ③ تتأخذ الشبكات على المعرفة من البيانات الداخلية، والبها في عملية تسمى Learning أو Training
- ④ الشبكة التي تُمارس عليها الـ Learning تتأخذ على السمات الأساسية للحساسة وتستخدمها في عمل تنبؤات يتم الاعتماد عليها.

والوظائف السابقة من ناحية المبدأ هي نفسها وظائف المخ وهي توضح لطريقة التي يتم بها تقليد أوصاف وظائف المخ بواسطة الـ ANN

يوضح الشكل الآتي كيفية عمل عداد Biological neuron والتي يتم تقليدها في Artificial neuron



How a biological neuron works

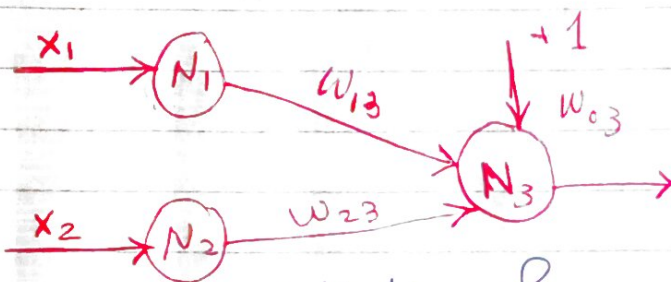


Engineering Problems

Analysis Problem

Design Problem

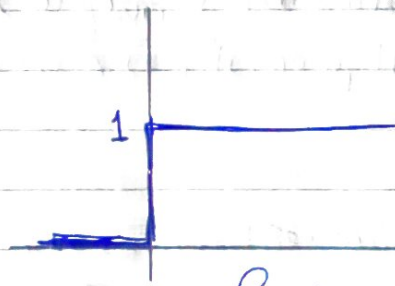
مثال: أُنشئ شبكة عصبية تحقق Logic AND Gate



x_1	x_2	S
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

activation f_n :

* Binary threshold function



for $y < 0$, $f(y) = 0$

for $y > 0$, $f(y) = 1$

أصبحت المسألة هي اختيار الـ weights وفق الـ Truth table

$$y_3 = w_{13}x_1 + w_{23}x_2 + w_{03} < 0$$

① $x_1 = 0, x_2 = 0$ ($S = 0$)

$$y = w_{03} < 0 \quad \text{Inequality}$$

② $x_1 = 0, x_2 = 1$ ($S = 0$)

$$y_3 = w_{23} + w_{03} < 0 \quad \text{inequality}$$

③ $x_1 = 1, x_2 = 0 \quad (S = 0)$

$y_3 = w_{13} + w_{03} < 0$

④ $x_1 = 1, x_2 = 1 \quad (S = 1)$

$y_3 = w_{13} + w_{23} + w_{03} \geq 0$ inequality

نحلل المتباينة weights بجدول، ونجرب Inequality

Trial and error

$w_{03} = -1.5$

$w_{13} = +1$

$w_{23} = +1$

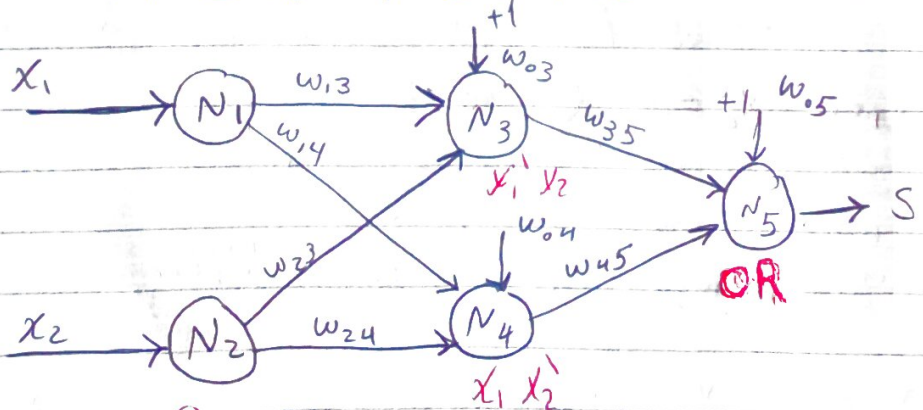
* للتأكد من صحة القيم يمكننا عمل Checks نغير قيم input ونأخذ
مطابقة الـ output لـ Truth table
* يمكن تصميم دوائر منطقية الـ OR, NAND, NOR

مثال: أنشئ شبكة عصبية ذات مدخلين x_1, x_2 ومخرج واحد S حيث
نأخذ لتفصيل x_0

Truth table

x_1	x_2	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

$x_1 \oplus x_2 = x_1' x_2 + x_1 x_2'$



Activation f_n : Binary Threshold

* Neuron w_3 (operation x_1, x_2)

Activation $y_3 = w_{13}x_1 + w_{23}x_2 + w_{03}$

① $x_1 = 0, x_2 = 0 \Rightarrow f(y_3) = 0$

$y_3 = [w_{03} < 0] \quad (1)$

② $x_1 = 0, x_2 = 1 \Rightarrow f(y_3) = 1$

$y_3 = [w_{23} + w_{03} > 0] \quad (2)$

③ $x_1 = 1, x_2 = 0 \Rightarrow f(y_3) = 0$

$y_3 = [w_{13} + w_{03} < 0] \quad (3)$

④ $x_1 = x_2 = 1 \Rightarrow f(y_3) = 0$

$y_3 = [w_{13} + w_{23} + w_{03} < 0] \quad (4)$

choose by trial and error

$w_{03} = -1, w_{13} = -1, w_{23} = 1.5$

check they meet the specs

* Neuron N_4 (operation x_1, x_2)

Activation $y_4 = w_{14}x_1 + w_{24}x_2 + w_{04}$

① $x_1 = x_2 = 0 \Rightarrow f(y_4) = 0$

$[w_{04} < 0]$

② $x_1 = 0, x_2 = 1 \Rightarrow f(y_4) = 0$

$[w_{24} + w_{04} < 0]$

③ $x_1 = 1, x_2 = 0 \Rightarrow f(y_4) = 1$

$[w_{14} + w_{04} > 0]$

④ $x_1 = x_2 = 1 \Rightarrow f(y_4) = 0$

$[w_{14} + w_{24} + w_{04} < 0]$

x_1	x_2	$f(y_3)$
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	0

x_1	x_2	$f(y_4)$
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	0

Choose by trial and error

$$w_{04} = -1, w_{14} = 1.5, w_{24} = -1$$

Check these values meet specs

Neuron N_5 OR operation

هذا ال neuron يقوم بعملية OR على مخرج N_3 و مخرج N_4

يعني OR على $f(y_3), f(y_4)$

#Activation $y_5 = w_{35} f(y_3) + w_{45} f(y_4) + w_{05}$

(1) $f(y_3) = f(y_4) = 0 \quad (S=0)$

$$y_5 = [w_{05} < 0]$$

(2) $f(y_3) = 1, f(y_4) = 0 \quad (S=1)$

$$y_5 = [w_{35} + w_{05} > 0]$$

$f(y_3)$	$f(y_4)$	S
0	0	0
1	0	1
0	1	1
0	0	0

(3) $f(y_3) = 0, f(y_4) = 1 \quad (S=1)$

$$y_5 = [w_{45} + w_{05} > 0]$$

Choose by trial and error

$$w_{35} = 1.5, w_{45} = 1.5, w_{05} = -1$$

ممكن التحقق من النتيجة عن طريق التحقق من الـ 4 حالات x_1, x_2 والتحقق

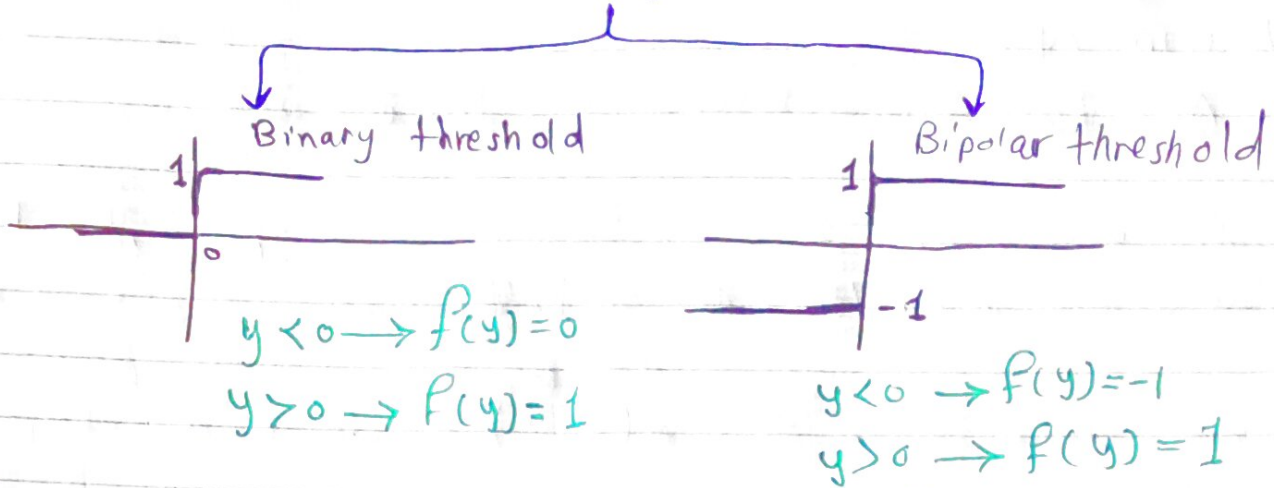
من الـ Truth table

x_1	x_2	y_3	$f(y_3)$	y_4	$f(y_4)$	y_5	S
0	0						0
0	1						1
1	0						1
1	1						0

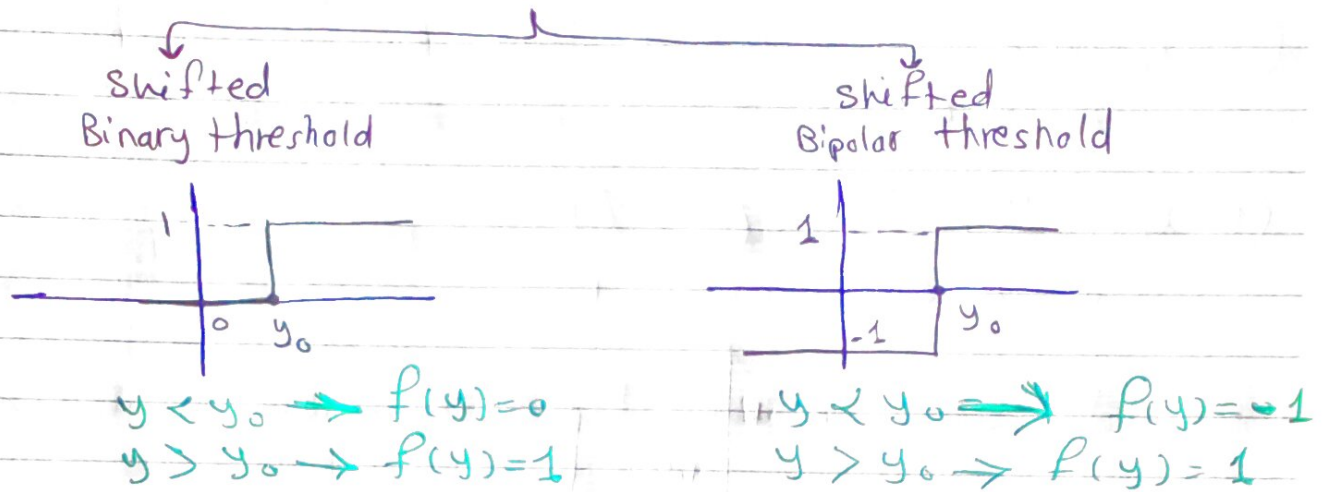
fill table to check

*do the design for XNOR

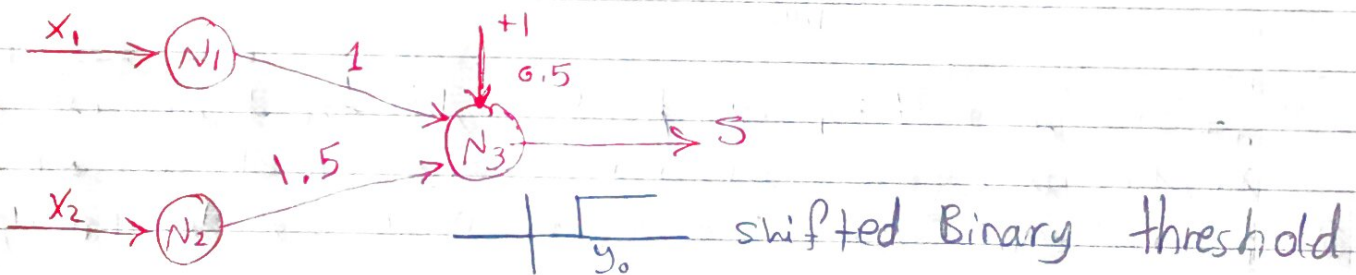
Threshold functions



Shifted threshold functions



We can use y_0 as a free design parameter.



① AND

② OR

③

inputs		output
0.2	0.5	0
0.1	0.7	0
0.8	1.3	0
1.4	1.6	1

we solve for ③

Neuron N3 \rightarrow

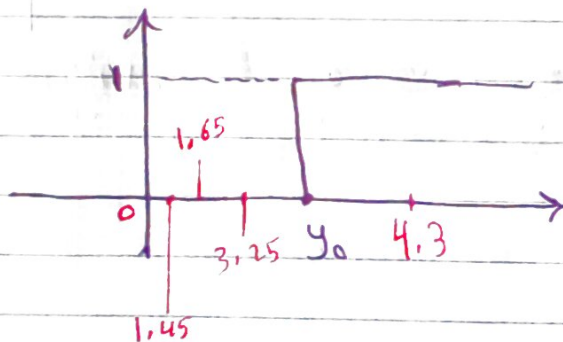
Activation $\rightarrow y = x_1 + 1.5x_2 + 0.5$

① $x_1 = 0.2, x_2 = 0.5 \rightarrow (S=0)$
 $y = 0.2 + 0.75 + 0.5 = 1.45$

② $x_1 = 0.1, x_2 = 0.7 \rightarrow (S=0)$
 $y = 1.65$

③ $x_1 = 0.8, x_2 = 1.3 (S=0)$
 $y = 3.25$

④ $x_1 = 1.4, x_2 = 1.6 (S=1)$
 $y = 4.3$



* لكي نحصي الشروط نضار y_0 بين 3.25 و 4.3 ولكن $y_0 = 3.5$
* على عمل check على صحة الدالة ان لم يتطابق مع قيم x_1, x_2
القيم المعطاة ومساب ان output (S) وان لم يتطابق الجدول المعطاة.

Another Look

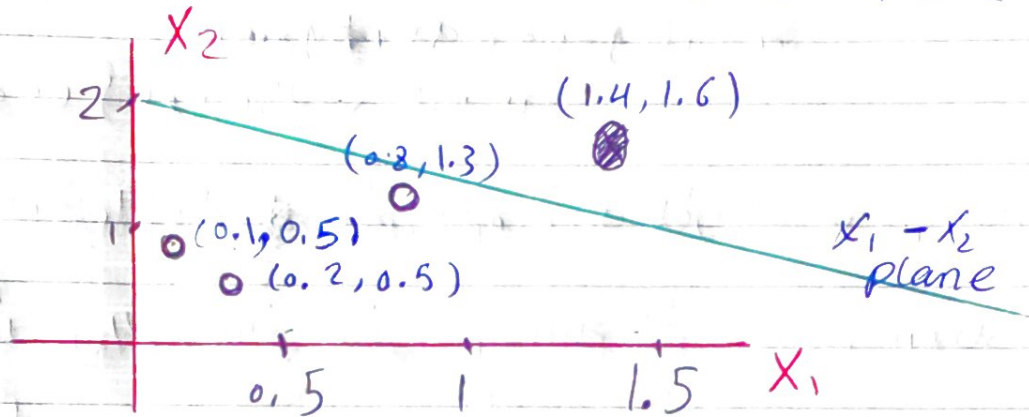
we can see that in ③ that we have 2 classes (0, 1)

Class 1 consist

* لنفحص الجدول أعلاه نجد أننا نتعامل مع خيانتين من input patterns

* Class 1 يكون من input patterns 3 نقاط (0 output)
 * Class 2 يكون من input patterns 1 نقطة (1 output)

وبالتالي نعلم تصنيف + أننا أنفاه Classification



$$y = x_1 + 1.5x_2 + 0.5 = y_0 = 3.5$$

$$x_1 + 1.5x_2 - 3 = 0$$

هناك خط فاصل بين مجموعتي القيم

هذه هي نقطة تصنيف ال 3 input patterns

مجموعة واحدة تصنف بأنها ال 3 output يساوي zero

بينما ال 4th input pattern (1.4, 1.6) ينتمي لمجموعة الثانية التي تصنف بأنها ال output يساوي 1

* إذا نظرنا إلى $x_1 - x_2$ plane وأمكننا تحديد ال input patterns

* نجد أنه بالإمكان رسم خط مستقيم يفصل بين المجموعتين الواقعتين أنه لدينا عدد لا نهائي من هذه الخطوط

* ولكن لتحديد $y_0 = 3.5$ نجد أنه قد تم تحديد المعادلة

$$x_1 + 1.5x_2 - 3 = 0$$

وهو خط مستقيم يقطع x_1 عند (3, 0) ويقطع x_2 عند (0, 2)

* لقال للحسالة التي يمكن فصل مجموعتي الـ Input patterns بواسطة خط مستقيم بأنها [Linearly Seperable] قابلة للفصل خطياً.

ملحوظة هامة:

نعرف مع صفرات الهندسة التحليلية أنه أي خط مستقيم على الصورة

$$ax + by - c = 0$$

يقيم المستوى (x و y) إلى مرتبة

- كل النقط الواقعة في الجزء الأول تعطي قيم موجبة للطرف الأيسر من معادلة الخط المستقيم

- كل النقط الواقعة في الجزء الثاني تعطي قيم سالبة للطرف الأيسر من معادلة الخط المستقيم

- كل النقط الواقعة على الخط المستقيم تعطي قيمة تساوي صفر للطرف الأيسر من معادلة الخط المستقيم، أي أنها تحققه

* يمكن معرفة الأجزاء الموجبة والسالبة بافتراض نقطة والتعويض بها في المعادلة

* و بالرجوع إلى مسألة الشبكات العصبية نستطيع القول بأنه

- استطاعت الشبكة أن تقيم جميع الـ input patterns إلى مجموعتين، وبالتالي

تم تجميع الـ Classification لأي input Pattern إلى مجموعة بناتج (1) ومجموعة

بناتج (0)

لذا لو استخدمنا Threshold الثغیر يحصل عند (0) معادلة الخط الفاصل

$$y = 0$$

هو الثغیر عند (0) معادلة الخط الفاصل $y = 0$ و $y = 1$